

Ökologische Auswirkungen des Reaktorunglücks von Tschernobyl in Weißrußland

Hartung, Arno

Veröffentlichungsversion / Published Version
Zeitschriftenartikel / journal article

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Hartung, A. (1996). Ökologische Auswirkungen des Reaktorunglücks von Tschernobyl in Weißrußland. *Europa Regional*, 4.1996(2), 29-37. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-48419-9>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Ökologische Auswirkungen des Reaktorunglücks von Tschernobyl in Weißrußland

ARNO HARTUNG



Abb. 1: Blick auf die heute tote Stadt Pripjat (Ukraine) nahe Tschernobyl – Standort des KKW Tschernobyl und Ausgangspunkt der Katastrophe. Pripjat, eine sowjetische „Retortenstadt“, zählte 1986 ca. 40 000 Einwohner (Foto: V. JAZUCHNO)

Tschernobyl 1986 – Dimensionen der Katastrophenfolgen in Weißrußland
Zehn Jahre sind seit dem oft verharmlosend als Havarie bezeichneten Reaktorunglück vergangen, als am 26. April 1986 der Block 4 des ukrainischen Kernkraftwerks Tschernobyl explodierte und es damit zur bislang größten Katastrophe bei der zivilen Nutzung der Kernenergie und in der Industriegeschichte überhaupt kam (Abb. 1). Obwohl vor allem die langfristigen Folgen noch nicht absehbar sind, bietet sich der Jahrestag an, eine Bestandsaufnahme vorzunehmen und Zwischenbilanz zu ziehen.

In den Medien und oft auch in der wissenschaftlichen Literatur (z. B. European Commission 1996) stehen, wohl bedingt durch den Standort des Kern-

kraftwerkes und die neuerdings wiederbelebte intensive Diskussion über dessen Abschaltung oder Weiterbetrieb – zu meist die Ukraine und die dort zu verzeichnenden Auswirkungen auf Menschen, Umwelt und Wirtschaft im Mittelpunkt der Betrachtung.

Weißrußland erscheint angesichts der Tragweite und des Ausmaßes der Katastrophenfolgen gerade in diesem Land oft etwas unterrepräsentiert. Bedingt durch die zum Unglückszeitpunkt im betreffenden Raum vorherrschenden Luftmassenströmungen aus südöstlicher, später aus östlicher Richtung, ging ein Großteil des durch die Explosion in die Atmosphäre geschleuderten radioaktiven Materials auf Weißrußland nieder. Nach Schätzungen (SAHM 1994) fielen insbesondere auf die

angrenzenden Gebiete Weißrußlands ca. 70 % des radioaktiven Niederschlags unmittelbar nach der Katastrophe.

Das Land wurde und ist damit unter den unabhängigen Nachfolgestaaten der ehemaligen Sowjetunion am stärksten betroffen. 23 % der Landesfläche wurden radioaktiv kontaminiert ($> 1 \text{ Ci/km}^2$). In der Ukraine sind dies 4,8 % und in der Russischen Föderation 0,5 %. Etwa 20 % der weißrussischen Bevölkerung lebten zum Zeitpunkt des Unglücks im betroffenen Gebiet. Auch bezüglich der absoluten Flächengröße der durch die besonders gefährlichen langlebigen Radionuklide verseuchten Gebiete (z. B. Cäsium-137) liegt Weißrußland mit Abstand an der Spitze (Abb. 2). Die Abbildung läßt erkennen, daß die in Weißrußland betroffene Fläche sowohl insgesamt als auch hinsichtlich der jeweiligen unterschiedlichen Belastungsstufen größer ist als diejenigen in Rußland und der Ukraine zusammen genommen. Bezüglich der jeweils betrof-

Flächen der mit Cäsium-137 belasteten Gebiete ($>15 \text{ Ci/km}^2$) in Weißrußland, Rußland und der Ukraine

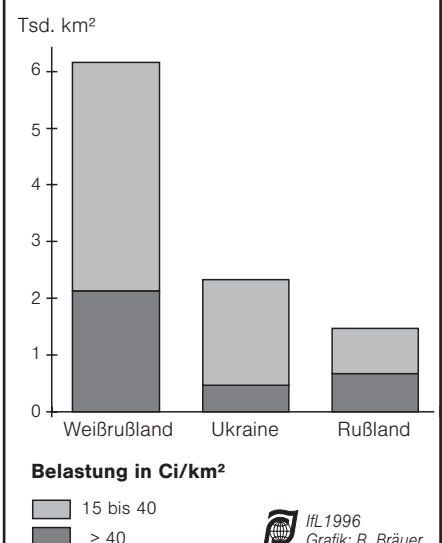


Abb. 2: Flächen der mit Cäsium-137 belasteten Gebiete in Weißrußland, Rußland und der Ukraine 1989

Quelle: The chernobyl trace in Belarus (1992)

Bevölkerung der mit Cäsium-137 belasteten Gebiete 1986 (über 1 Curie/km²)

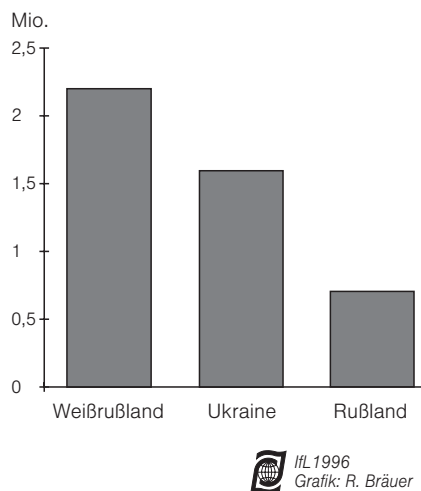


Abb. 3: Bevölkerung der mit Cäsium-137 belasteten Gebiete Weißrußlands, der Ukraine und Rußlands 1986

Quelle: The chernobyl trace in Belarus (1992)

fenen Bevölkerung und der Anzahl der Siedlungen ergibt sich ein ähnliches Bild (Abb. 3 und 4). Durch Tschernobyl mehr oder weniger stark radioaktiv kontaminiert wurden 1,68 Mio. ha des Waldbestandes und 1,6 Mio. ha landwirtschaftlicher Fläche der Republik Weißrußland.

Anzahl der in den radioaktiv belasteten Gebieten (>1 Ci/km²) Weißrußlands, der Ukraine und Rußlands gelegenen Siedlungen

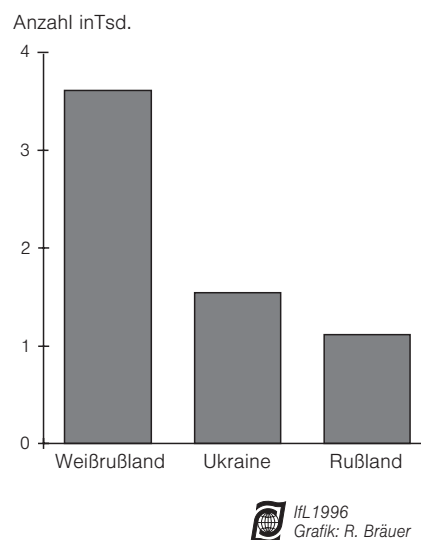


Abb. 4: Siedlungen in radioaktiv belasteten Gebieten Weißrußlands, der Ukraine und Rußlands 1986

Quelle: The chernobyl trace in Belarus (1992)

Weißrußland Belastung mit Cäsium-137

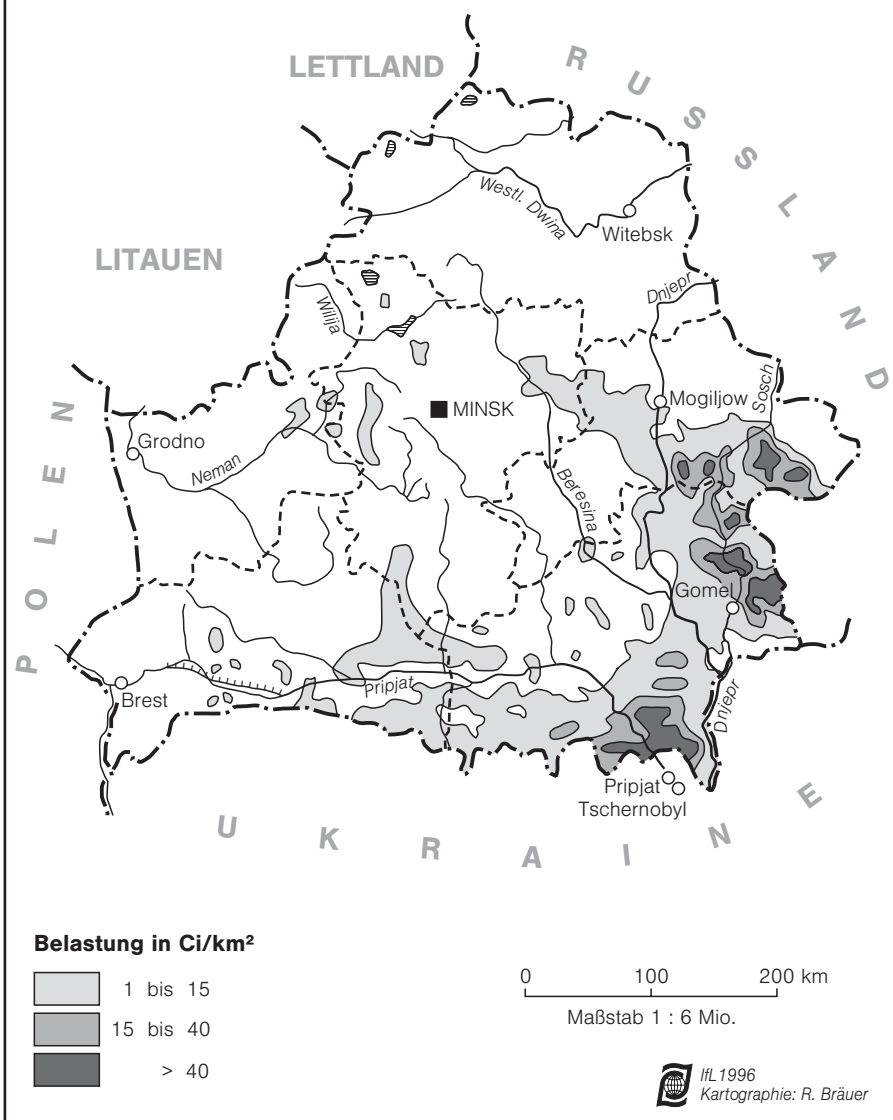


Abb. 5: Mit Cäsium-137 belastete Gebiete Weißrußlands 1992

Quelle: Karta radiacionnoj obstanovki na territorii respublik Belarus. Komitee f. Geodäsie, Minsk 1992.

Die zur Reaktorkatastrophe von Tschernobyl und deren Folgen insbesondere im deutschen Sprachraum erschienenen Publikationen (z. B. MOLT-MANN 1994) tangieren neben technisch-physikalischen Reaktorsicherheitsproblemen, Fragen einer zukunftsfähigen Energiepolitik, gesundheitlichen Auswirkungen auf den Menschen sowie anderen sozialen und wirtschaftlichen Aspekten auch Probleme der Auswirkungen auf die Umwelt, allerdings kaum räumlich differenziert im Hinblick auf die betroffenen Landschaften und deren Disposition. Weniger vertreten sind dabei auch zusammenfassende Darstellungen der radioökologischen Entwicklung und Situation in wichtigen Um-

weltkomponenten, räumliche Wertungen sowie Interferenzen mit sonstigen Umweltproblemen und deren Beurteilung. Einige dieser Aspekte sollen nachfolgend betrachtet werden.

Der vorliegende Beitrag konzentriert sich somit bewußt auf einige naturräumliche ökologische Probleme, ungeachtet der damit verbundenen, gravierenden wirtschaftsräumlichen und sozialen Auswirkungen der Tschernobylkatastrophe in Weißrußland.

Betroffene Gebiete

Während unmittelbar nach der Katastrophe die radiologische Situation insbesondere durch Isotope mit relativ kurzen und mittleren Halbwertszeiten (z. B. Jod-131,

Weißrußland

Physisch-geographische und hydrologische Gliederung

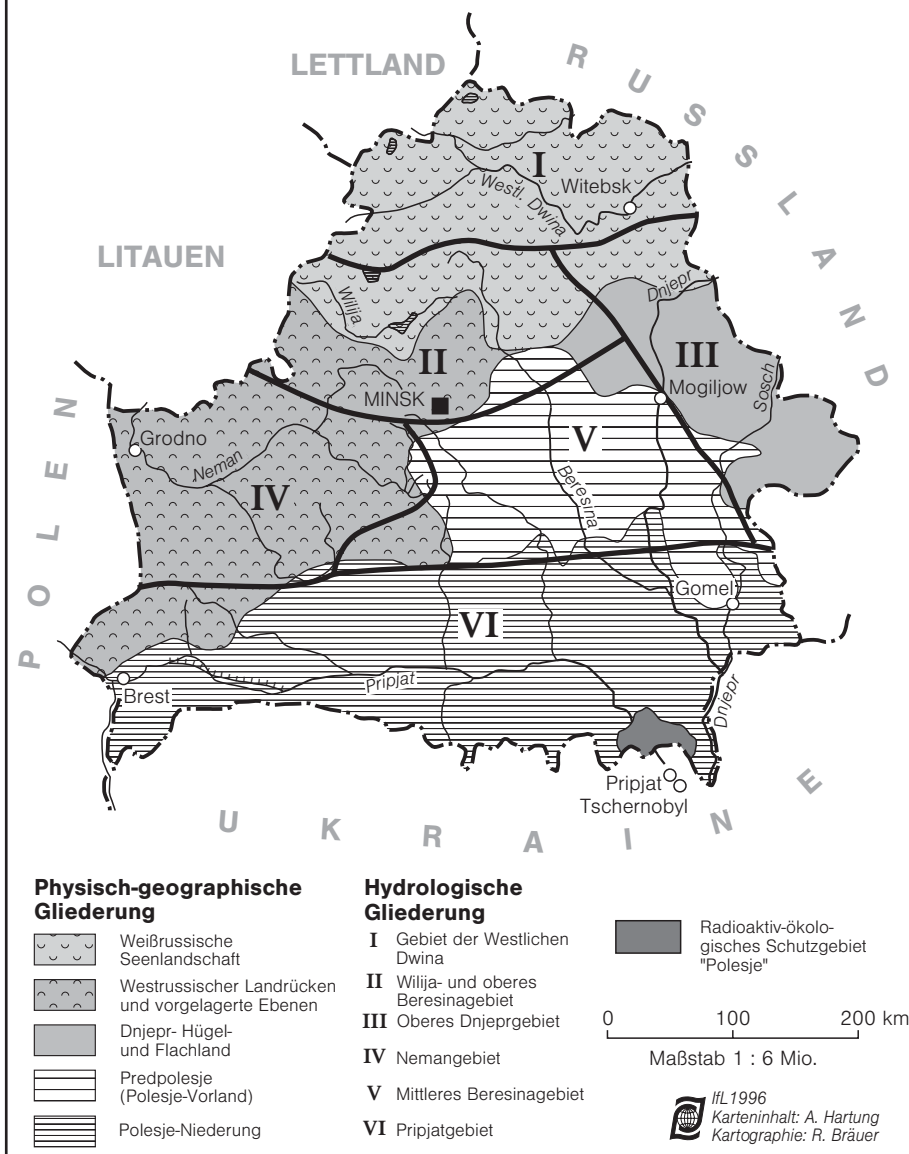


Abb. 6: Physisch-geographische und hydrologische Gliederung Weißrußlands

Quelle: Eigene Zusammenstellung auf Grundlage des „Atlas belorusskoj SSR. Moskva 1990.

Strontium-89, Cäsium-134) geprägt war, waren danach und sind auch in den nächsten Jahrzehnten Strontium-90, Plutonium-239 und -240 und vor allem Cäsium-137 bestimmend. Die Verseuchung mit dem letztgenannten, langlebigen Radionuklid (Halbwertszeit 30 Jahre) hat in Weißrußland enorme flächenhafte Ausmaße erreicht (Abb. 5). Betroffen sind davon insbesondere folgende Regionen des Landes:

- Der südöstliche Landesteil (in der Oblast Gomel), am nächsten zu Tschernobyl gelegen.
- Der Süden der Mogiljower- und der Norden der Gomeler Oblast mit zwar geringerer radioaktiver Belastung, al-

lerdings in größerer räumlicher Dimension.

- Desweiteren ist eine kleinere räumliche Konzentration belasteter Flächen im Gebiet zwischen Oberlauf des Neman und Minsk zu erkennen.

Darüber hinaus sind verseuchte Einzelflächen nahezu über das gesamte Land verteilt bzw. durch neuere Untersuchungen nachgewiesen und in die radioökologische Kartierung aufgenommen worden (Unterlagen 1995).

Ein Vergleich mit verschiedenartigen Gebietseinheiten der naturräumlichen Gliederung des Landes (Abb. 6) zeigt, daß sich die radioaktive Belastung im wesentlichen auf die Einzugsgebiete der mittle-

ren Beresina, des südöstlichen Pripjat und des oberen Dnjepr konzentriert, die zum Schwarzen Meer entwässern. Desweiteren mit geringer Ausprägung auf das Einzugsgebiet des oberen Neman und der Wilja mit Zufluß zur Ostsee.

Betroffene Großlandschaften sind vor allem das südöstliche und mittlere Polesjegebiet und der Ostteil des Predpolesje (d.h. die östliche Beresinaebene und die Tschetschersker Ebene). Hinsichtlich der Waldzonen sind dies im wesentlichen die Eichen- und dunklen Nadelwälder im Raum südlich Mogiljow, die Weißbuchen-Buchen- und dunklen Nadelwälder im Beresina- und Predpolesjegebiet und die Zone der Kiefernwälder in der Polesje- und Dnjeprniederung.

Die durch Strontium-90 sowie Plutonium-239 und -240 kontaminierten Gebiete sind dagegen relativ klein und beschränken sich im wesentlichen auf die das weißrussische Gebiet betreffende 30-km-Zone um das Kernkraftwerk Tschernobyl sowie kleinere Flächen nordöstlich Gomel.

Das Problem besteht jedoch nicht nur im räumlichen Ausmaß der mit Cäsium, Strontium oder Plutonium belasteten Flächen, sondern auch darin, daß praktisch alle Radionuklide in den Kreislauf Boden-Pflanze-Tier/Mensch eingehen und über diese Kette zudem weitere räumliche Verbreitung erfahren.

Weitere Möglichkeiten der horizontalen und vertikalen Stoffmigration in der Landschaft und damit auch der räumlichen Ausbreitung der Radionuklide sind z. B.:

- der Transport über die Fließgewässer und Ablagerung in Uferbereichen,
- die Bodenerosion (i.d.F. insbesondere Winderosion),
- Waldbrände und ihre Emissionen,
- die Versickerung von Oberflächenwasser in tiefere Bodenschichten,
- die landwirtschaftliche Bodenbearbeitung.

Die radioaktive Belastung der Umwelt bestimmte die Nutzbarkeit von Naturressourcen (insbesondere Boden, Wasser) und damit die Lebens- und Arbeitsbedingungen bzw. generell die Aufenthaltsmöglichkeit der Bevölkerung in den belasteten Gebieten. Auf Grundlage der (primären) radioaktiven Bodenkontamination und einer als vertretbar angenommen kollektiven Äquivalentdosis der Strahleneinwirkung auf den Menschen¹ – als wesentliche Kriterien für die Bewohnbarkeit eines Gebietes – wurden in den Jah-

Zone	Radioaktive Belastung (Cäsium-137 Kontamination in Ci/km ²)	Wichtige Bestimmungen bzw. Einschränkungen
1. Isolierungszone (Evakuierungszone)	höchste Radioaktivität	<ul style="list-style-type: none"> – Strengstes Aufenthaltsverbot von Personen, außer zur Durchführung wissenschaftlicher Untersuchungen und Entaktivierungsmaßnahmen. – Striktes Verbot jeglicher wirtschaftlichen Tätigkeit
2. Zone der vorrangigen (unbedingten) Aussiedlung der Bevölkerung	>40	<ul style="list-style-type: none"> – Aufenthalt nur für befugte Personen. – Wirtschaftliche Tätigkeit (z.B. Nutzung von Naturressourcen) nur mit Ausnahmegenehmigung.
3. Zone der nachfolgenden Aussiedlung der Bevölkerung	15-40	<ul style="list-style-type: none"> – Verschiedene Auflagen für die noch verbliebene Bevölkerung – Erhebliche Einschränkung wirtschaftlicher Tätigkeit (z. B. keine oder stark eingeschränkte Erzeugung von Lebensmitteln).
4. Zone der freiwilligen Aussiedlung der Bevölkerung	5-15	<ul style="list-style-type: none"> – Verschiedene Auflagen zum Gesundheitsschutz der verbleibenden Bevölkerung. – Ständige radiologische Kontrolle land- und forstwirtschaftlicher Erzeugnisse. – Einschränkung des Anbaus von Hülsenfrüchten, Möhren, Steckrüben.
5. Zone des Verbleibs der Bevölkerung unter regelmäßiger radiologischer Kontrolle des Gebietes	1-5	<ul style="list-style-type: none"> – Wirtschaftliche Tätigkeit unter Beachtung radioökologischer Erfordernisse. – Verschiedene Maßnahmen zur Gesundheitsfürsorge der Bewohner des Gebietes.

Abb. 7: Merkmale von Zonen der Bevölkerungsaussiedlung
Quelle: Unterlagen der Geographischen Fakultät der Universität Minsk 1995

ren 1990/91 mittels gesetzlicher Regelung (Zakon 1991) die belasteten Gebiete – ähnlich wie auch in der Ukraine (s. RUDENKO 1993) – in folgende Zonen gliedert (Abb. 7 und 8).

Auf konkrete Bedingungen und detaillierte Regelungen in den jeweiligen Zonen soll in diesem Beitrag nicht näher eingegangen werden, zumal in den letzten Jahren eine zunehmende Aufweichung und Bestrebungen zur teilweisen Aufhebung gesetzlicher Bestimmungen seitens der zuständigen Behörden und der Politik erkennbar sind, insbesondere hinsichtlich der Zonen 2, 3 und 4.

Auswirkungen auf einzelne Umweltkomponenten

Der Zugang zu statistischem Material über die radioaktive Belastung der Umwelt gestaltet sich oft problematisch. Nachfolgend soll versucht werden, aufgrund verfügbarer Unterlagen einen kurzen verallgemeinernden Überblick über die Aus-

gangssituation und Entwicklung der radioaktiven Belastung in wesentlichen Umweltbereichen zu vermitteln.

Böden

Als Ergebnis umfangreicher Untersuchungen weißrussischer Forschungseinrichtungen in Beispielgebieten und auf einzelnen Testflächen, zeigt sich die radioaktive Belastung in ihrer räumlichen Verteilung – auch in der lokalen Dimension – ausgesprochen differenziert. Beispielsweise wurde innerhalb einer Testfläche in der Siedlung Koliban, Rayon Bragin (südwestlich Gomel), eine Amplitude der Cäsium-137 Belastung von 4,7 Ci/km² bis 65,5 Ci/km² festgestellt (Gosudarstvenny doklad 1995). Dies verdeutlicht gleichzeitig die Anforderungen an ein flächendeckendes Meßnetz, um fundierte Entscheidungen zur Bewohnbarkeit von Siedlungen zu treffen. In vertikaler Hinsicht sind in der Regel über 90 % der Radionuklide gegenwärtig noch in der

oberen Bodenschicht bis etwa 5 cm Tiefe lokalisiert. Eine Ausnahme bilden die ackerbaulich genutzten Böden, wo infolge der Bodenbearbeitung und damit verbundenen Durchmischung eine etwa gleichmäßige Verteilung der Radionuklide bis zur Tiefe der Pflugsohle festgestellt wurde (ca. 30 cm Tiefe).

In Lehm Böden verläuft die vertikale Stoffmigration im allgemeinen langsamer als in Sand- oder besonders Torf- und Moorböden. Hinsichtlich der Radionuklide migriert Strontium-90 etwas schneller als Cäsium-137. Festzuhalten bleibt jedoch, daß die bisherigen vertikalen Migrationsraten in den nichtackerbaulich genutzten Böden praktisch unbedeutend sind und auch unter Ackerbau derartige Prozesse unterhalb der Pflugsohle künftig äußerst langsam verlaufen dürften, die Radionuklide also für die Pflanzenaufnahme noch lange verfügbar wären.

Die radioaktive Kontamination der Böden bleibt also über die landwirtschaftliche Nutzung hinaus noch auf lange Sicht eine schwere Hypothek für Weißrußland. Versuche, das Problem zu entschärfen, etwa durch Einsatz spezieller chemischer Mittel, durch Erhöhung der Minereraldüngung u.a.², zeigten kaum Erfolg oder erweisen sich vor allem in der Anwendung auf größere Gebiete als praktisch nicht realisierbar. Zudem stellen sie eine erhebliche potentielle Gefährdung für andere Umweltkomponenten dar, z. B. für die Oberflächengewässer und das Grundwasser.

Fließgewässer

Von weitaus größerer Dynamik gekennzeichnet sind die Befunde der Fließgewässer. Besonderer Kontrolle unterliegen dabei die Flüsse Dnjepr, Sosch, Pripjat, Iput und Besed, welche die radioaktiv belasteten Gebiete durchfließen.

In den ersten Tagen und Wochen nach der Katastrophe erfolgte die Belastung unmittelbar durch den radioaktiven Niederschlag aus der Atmosphäre auf die

¹ Radiobiologische Maßeinheit, mit der die Einwirkung ionisierender Strahlung auf biologische Systeme gekennzeichnet wird. SI-Einheit der Äquivalentdosis sind das Sievert (SV) und als alte Maßeinheit (bis 1985) das Rem (rem). Die der Äquivalentdosis zugrundegelegten Massen können sich auf feste Raumbereiche (Orts-Dosis) oder auf den menschlichen Organismus (Personen-Dosis) und dabei auch auf eine Gruppe von Personen beziehen (kollektive Äquivalentdosis).

² U.a. durch Erwägungen und Versuche, Sapropelschlamm (Faulschlamm) aus den radioaktiv unbelasteten Seen im Norden Weißrußlands auf Flächen in den verseuchten Gebieten des Landes aufzubringen und damit die Radioaktivität dieser Böden deutlich zu senken (Doklad 1995).

Weißrußland

Zonen der Bevölkerungsaussiedlung infolge radioaktiver Belastung

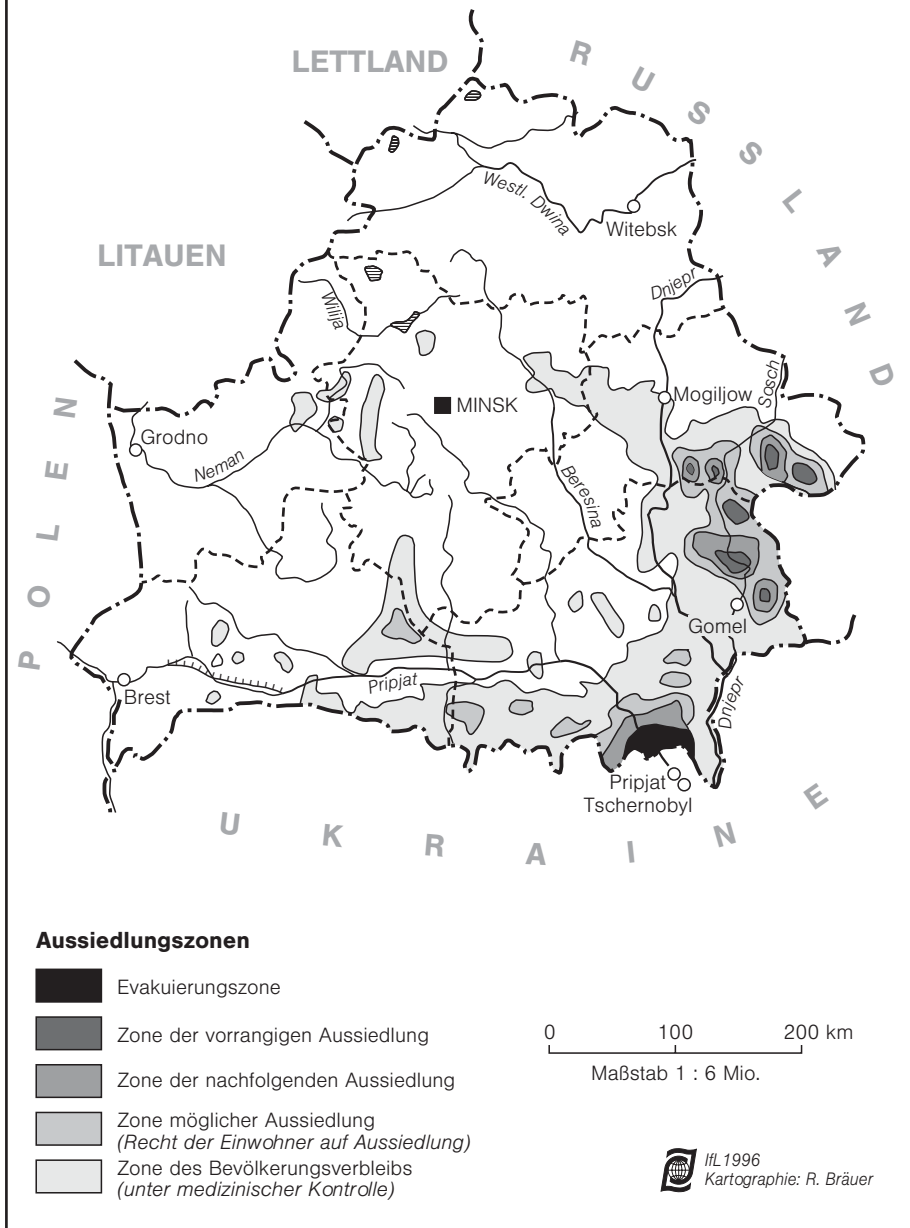


Abb. 8: Zonen der Bevölkerungsaussiedlung infolge radioaktiver Belastung 1995

Quelle: Unterlagen der Geographischen Fakultät der Universität Minsk 1995

Wasseroberfläche. Danach gewannen zunehmend mittelbare sekundäre radioaktive Stoffeinträge an Bedeutung, die auch gegenwärtig nahezu ausschließlich bestimmend sind, z. B. über Schmelzwässer, Hochwasserereignisse, Bodenerosion in den Einzugsgebieten. Die Belastung hat sich seit 1986 allerdings grundlegend verändert. So verminderte sich die durchschnittliche Cäsium-137 Konzentration schon im Zeitraum 1987-1991 im Dnjepr um das 3,5fache, im Pripiat um das 8fache, im Sosch um das 10,5fache, im Iput (in dessen Einzugsgebiet die ra-

dioaktive Belastung nach der Katastrophe im Durchschnitt 60 Ci/km² betrug) um das 13,5fache und im Besed (wie der Iput ein kleinerer, linker Nebenfluß des Sosch) um das 6,3fache. Seitdem hat sich die Belastung weiter verringert und unterschreitet 1994 bezüglich des Radionuklidgehalts die vorgegebenen Grenzwerte für Trinkwasser.

Atmosphäre

Die unmittelbare Belastung der Atmosphäre durch die Explosion verringerte sich in den nachfolgenden Wochen infol-

ge Niederschlag und Luftmassenbewegung. Problematisch sind auch in der Atmosphäre bis zum jetzigen Zeitpunkt Sekundärprozesse der Freisetzung und Aufwirbelung von Radionukliden in den belasteten Gebieten durch Feldarbeiten, Winderosion, Waldbrände und dgl. Winde transportieren die Radionuklide in die unbelasteten Nordwest- und Nordgebiete des Landes. Insgesamt führt dies zum saisonalen, kurzfristigen Ansteigen der Radioaktivität in der Luft. Die in Tabelle 1 für Minsk im Juli/August 1994 ersichtlichen Werte radioaktiver Aerosole, die höher sind als in den Städten der belasteten Gebiete, unterstreichen das Ausmaß der Ausbreitung der Radionuklide mittels Luftströmungen. Begünstigt wurde dies u. a. durch zunehmende Abholzung der Wälder in den achtziger Jahren. Wälder haben jedoch eine bedeutende Funktion als Filter und Stoffbarrieren, die gerade in Weißrußland unter den gegebenen Umständen von besonderer Relevanz ist.

Eine seit 1994 feststellbare Tendenzwende durch umfangreiche Aufforstungsarbeiten zeigt, daß dieser Vorteil erkannt wurde und genutzt wird (vgl. Tab. 2).

Flora

Die räumliche Verteilung der radioaktiven Belastung – differenziert nach Hauptnutzungsarten der Landschaft – läßt sich aufgrund von Untersuchungsergebnissen wie folgt charakterisieren. Vergleichsweise geringe radioaktive Belastung wird im allgemeinen bei rotierenden landwirtschaftlichen Kulturen festgestellt. So wird heute in Weißrußland davon ausgegangen, daß man auf landwirtschaftlichen Flächen mit einer Bodenbelastung bis zu 15 Ci/km² noch relativ unbelastete, für Lebensmittel und Futtermittel geeignete Kulturen produzieren kann.

Eine etwa 3-5fach höhere Belastung weisen Dauergrünland, naturnahe Wiesen und Weiden und die Wälder auf. Letztere zeigen im allgemeinen die höchsten Belastungswerte, da sie in der Landschaft als geochemische Barriere für Stoffflüsse wirken und ein Akkumulationseffekt gegeben ist. Allerdings ist dabei weniger das Holz der Bäume belastet, sondern vielmehr die Wurzeln und die Nadeln oder Blätter. Vertikal ist die höchste radioaktive Belastung vor allem in der bodennahen Vegetationsschicht festzustellen; infolge der Absorption und Adsorption der Radionuklide, die sich unter natürlichen Bedingungen in ihrer Masse

Ort der Probenahme	Radioaktivität der Aerosole (10^{-7} Bq/m ³)											
	Monat											
	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	
Minsk	56	121	85	216	155	317	465	238	259	240	75	
Gomel	82	94	89	313	171	310	316	174	175	212	129	
Brest	120	88	42	148	31	127	120	-	42	-	-	
Mogiljow	68	140	62	208	77	50	86	76	86	-	95	

Tab. 1: Gammaskpektrometrische Analyse von Aerosolproben 1994 (Cäsium-137)

Quelle: Gosudarstvenny doklad 1995

Weißrußland	1983	1988	1992	1994
Waldbedeckte Fläche (in 1000 ha)	7192,3	7027,0	6988,9	7371,7
(in %)	34,6	33,9	33,7	35,5

Tab. 2: Entwicklung des Waldbestandes in Weißrußland 1983-1994

Quellen: Prirodnaja sreda 1992. Gosudarstvenny doklad 1995

nach wie vor in der oberen Bodenschicht (bis 10 cm Tiefe) befinden. Besonders betroffen sind z. B. Farne, Flechten, Pilze, Beeren und Heilkräuter. Eine hohe, für den menschlichen Verzehr gefährliche Belastung weisen Pilze bereits in Gebieten mit einer Bodenkontamination von 1-2 Ci/km² auf. Dies führte zu weiträumigen Einschränkungen ihrer Verwendbarkeit, die in speziellen Karten dokumentiert ist (Abb. 9). Bemerkenswert dabei ist, daß die Gomeler Oblast dennoch 1994 (!) hinsichtlich der durch staatliche und private Unternehmen gesammelten und verwerteten Beeren und Pilze im Landesvergleich bei Pilzen den 4. Rang und bei Beeren den 2. Rang belegt (Gosudarstvenny doklad 1995). Insgesamt wird sich das Landschaftsbild auf den nicht bzw. eingeschränkt nutzbaren landwirtschaftlichen Flächen durch natürliche Sukzession und teilweise gezielte Aufforstung weiter deutlich verändern.

Fauna

Gerade auf dem Gebiet der Auswirkungen von Art und Spektrum der bei Kernkraftwerksunglücken freigesetzten radioaktiven Strahlung auf lebende Organismen, vor allem auch in kleinen Dosen über längere Zeiträume, sind natürlich viele Fragen noch ungeklärt.

Verursacht durch die hohe radioaktive Kontamination der oberen Bodenschicht und in Verbindung damit in der bodennahen Pflanzendecke finden sich die höchsten radioaktiven Belastungswerte vor allem bei Tierarten, die diesen Bereich in den betroffenen Gebieten als Lebensraum belegen, wie z.B. Amphibien, Reptilien, Wasser- und Sumpfvögel u.a. Aber auch bei jagdbaren größeren Säugetieren, insbesondere bei Wildschweinen, die ihre Nahrung vor allem aus diesem Bereich beziehen, ist eine relativ hohe Belastung festgestellt worden. Zudem wurde seit 1987 in der Evakuierungszone – bedingt durch das Jagdverbot – ein rapides Ansteigen vor allem des Wildschweinbestandes festgestellt, etwa um das 10fache zwischen 1987 und 1993. Bei zunehmender Bestandesdichte wandert das Wildschwein im Gegensatz zum Rehwild in andere Reviere ab. Daraus könnte sich in Weißrußland das Problem ergeben, daß bei Erreichen eines entsprechenden Populationsdruckes in der Evakuierungszone eine Weiterverbreitung der Radioaktivität durch Wildtiere möglich ist, zumal die Wildschweinbestände im Landes-

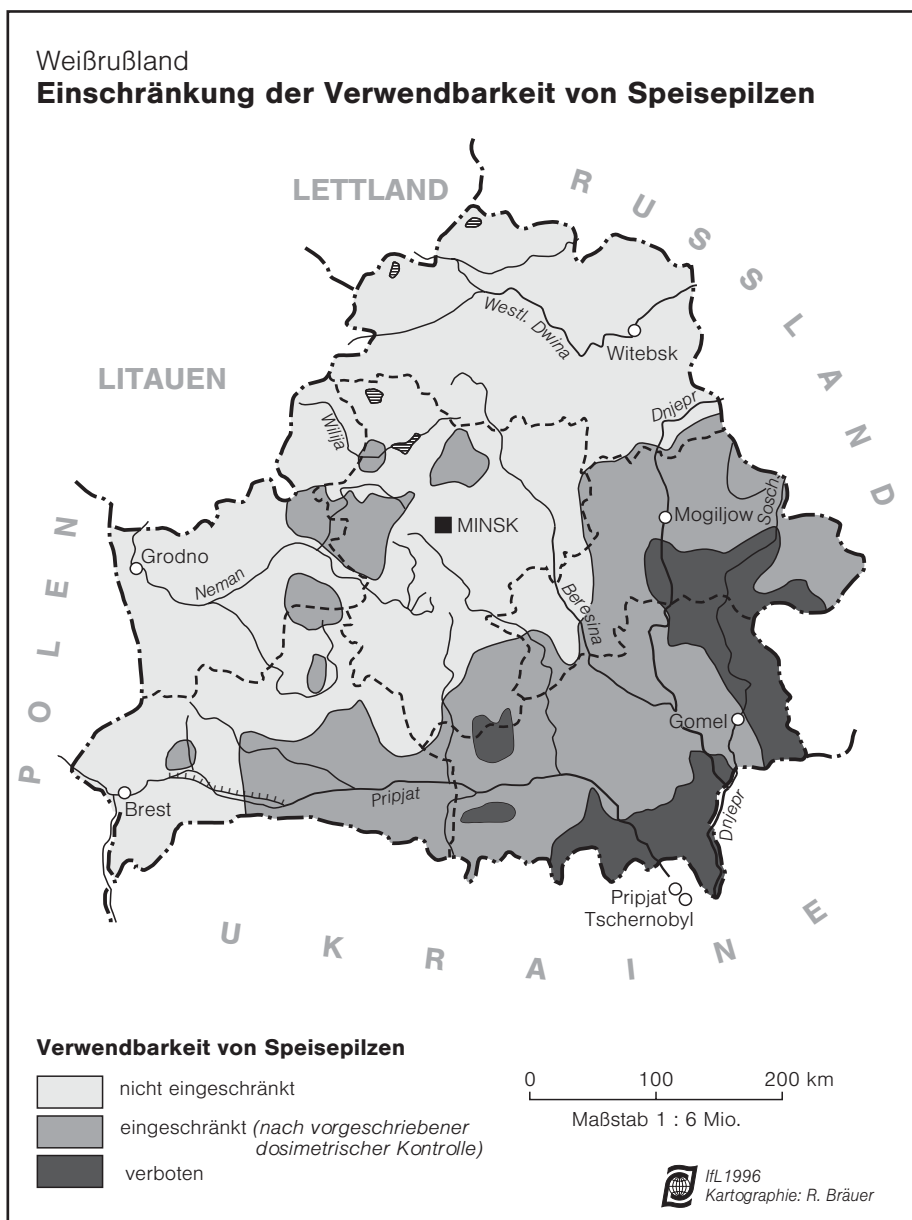


Abb. 9: Einschränkung der Verwendbarkeit von Speisepilzen in Weißrußland 1995

Quelle: Unterlagen der Geographischen Fakultät der Universität Minsk 1995



Abb. 10: Warntafel am Zugang zum radioaktiv-ökologischen Schutzgebiet „Polesje“
(Foto: V. JAZUCHNO)

durchschnitt eine sinkende Tendenz aufweisen.

Naturschutzgebiet „Polesje“

Eine weitere Folge der Tschernobylkatastrophe zeigte sich auch in der Schaffung einer neuen Schutzgebietskategorie in der am stärksten verseuchten Region im Südosten Weißrußlands. Die Palette der bislang bekannten Arten von Naturschutzgebieten wurde in diesem Raum um ein in der Welt einzigartiges Gebiet nach Typus und Provenienz ergänzt, durch die Schaffung eines sogenannten radioaktiv-ökologischen (Natur-)Schutzgebietes „Polesje“. Es ist eines von derzeit zwei großräu-

migen, besonders streng geschützten Gebieten Weißrußlands und befindet sich am Unterlauf des Pripjat, grenzübergreifend zur Ukraine (Abb. 6). Seine Funktion besteht im wesentlichen darin, Erkenntnisse zu den Auswirkungen besonders hoher Radioaktivität im Naturraum zur Übertragbarkeit derartiger Erkenntnisse auf Naturräume mit ähnlichen Bedingungen in den betroffenen Ländern (Analogieschlüsse) und zur Wirksamkeit von Sanierungsmaßnahmen zu gewinnen. Dafür erfolgt der schrittweise Aufbau eines Monitoringsystems, das auch spezifischen Forschungsaufgaben in diesem Gebiet entsprechen muß, beispielsweise für Un-

tersuchungen zu ökologischen Auswirkungen radioaktiver Deponien (Abb. 10).

Die Gebietskategorie wurde 1988 gesetzlich fixiert, umfaßt heute eine Fläche von insgesamt ca. 200 000 ha und ist weitgehend flächenkongruent mit der Evakuierungszone in Weißrußland (Abb. 11). Das Schutzgebiet setzt sich auf dem Territorium der Ukraine fort. Die Sonderstellung dieses Schutzgebietes dokumentiert sich auch in seiner direkten Zuordnung zum weißrussischen Ministerium für die Bewältigung der Katastrophenfolgen von Tschernobyl. Die Situation in den durch Tschernobyl verseuchten Regionen ist in makabrer Weise einzigartig. Es existieren keine Vergleichsmöglichkeiten und keine Erfahrungen auf diesem Gebiet. Damit ergibt sich die Möglichkeit und Notwendigkeit, im Rahmen eines derartig geschützten Gebietes als „Modellraum“ wissenschaftliches Neuland zu erschließen und ökologische Auswirkungen von „größten anzunehmenden Unfällen“ in Kernkraftwerken in ihrer ganzen Tragweite zu erfassen.

Umweltbewertung und Umweltprobleme in den betroffenen Gebieten

Um die Auswirkungen des Reaktorunglücks auf Weißrußland hinsichtlich der wesentlichen betroffenen Naturräume einschätzen zu können, ist es notwendig, einen Überblick zu folgenden Kriterien zu gewinnen:

- Wie wertvoll waren die betroffenen Gebiete aus ökologischer Sicht?
- Durch welche sonstigen Umweltbelastungen sind diese Räume bereits gekennzeichnet?
- Welche möglichen Folgeprobleme könnten sich aufgrund der räumlichen Interferenz von naturräumlichen Eigenschaften und radioaktiver Belastung ergeben?

Bezogen auf das am stärksten betroffene Gebiet, die Oblast Gomel, sollen dazu einige Aspekte behandelt werden. Die belasteten Räume in der Oblast betreffen weitgehend Wald- und Mooregebiete ergänzt durch landwirtschaftliche Flächen mit primär weniger wertvollen und nach Süden hin zunehmend vernäßten Moor- und Torfböden. Diese wurden durch z. T. umfangreiche Entwässerungsprojekte vor allem für den Kartoffelanbau erschlossen, die als Erdfrucht nun besonders der radioaktiven Bodenkontamination ausgesetzt ist.

Das belastete Gomeler Gebiet zeichnet sich einerseits stellenweise durch die



Abb. 11: Aufgegebenes Haus in der weißrussischen Evakuierungszone (Foto: V. JAZUCHNO)

höchsten kreisbezogenen Waldflächenanteile (>57 %), andererseits durch einen sehr hohen meliorativen Erschließungsgrad (1994 = 78 %) der verfügbaren landwirtschaftlichen Fläche im Landesmaßstab aus. Die bioökologische Wertigkeit der Oblast widerspiegelt sich darin, daß sie Rang 3 der 6 Oblaste Weißrußlands bezüglich der dort vorhandenen Pflanzenarten der Roten Liste des Landes, der Anzahl der geschützten Pflanzenstandorte und des Flächenanteils an Schutzgebieten belegt, hinsichtlich der Naturschutzgebiete – also des strengsten Schutzregimes – Rang 1 (Prirodnaja sreda 1992). Langfristige Auswirkungen der radioaktiven Belastung in diesen Gebieten sind noch nicht absehbar.

Die Umweltbelastung in der Oblast Gomel äußert sich vor allem in einer der höchsten weiträumigen Nitratbelastungsgrade des Grundwassers, der zweithöchsten anfallenden Abwassermenge unter den Oblasten des Landes (1990-1993) und einer der höchsten kreisbezogenen Menge anfallender fester Industrieabfälle (Gosudarstvenny doklad 1995).

Die Stadt Gomel selbst weist nach Minsk und Orscha eine der höchsten Schwermetallbelastungen innerstädtischer Böden auf und befindet sich auch bezüglich der Luftverunreinigung in der Spitzengruppe weißrussischer Städte.

Welche Probleme könnten sich darüber hinaus noch einstellen? Bodenuntersuchungen im Rahmen des internationalen CEC-CIS Joint Programmes (European Commission 1996) im Gebiet Rowno (Ukraine) zum vertikalen Migrationsverhalten von Radionukliden, insbesondere Cäsium-137, weisen folgende bezüglich der Geschwindigkeit zunehmende Rangfolge aus:

- Kategorie 1: Lehm-Sandböden, Braunerden;
- Kategorie 2: Sandböden, Podsole;
- Kategorie 3: Torfböden, Gleye (stauvernäßt).

In der Oblast Gomel überwiegen – nach Süden zunehmend – die Böden der Kategorie 3. In Verbindung mit dem dort vorhandenen relativ hohen Grundwasserstand ergibt sich ein gesteigertes Gefährdungspotential des Grundwassers durch Radionuklide.

Ein weiteres Problem ergibt sich aus der hohen Winderosionsdisposition dieser Böden aufgrund der leichten, torfigen Bodenoberschicht. Begünstigend wirkt dabei noch die weitgehend ebene, mit großen Ackerschlägen der Kollektivwirt-

schaften ausgestattete Landschaft. Dadurch wird in den landwirtschaftlich genutzten Gebieten der Winderosion – und damit dem Weitertragen von Radionukliden über die belasteten Gebiete hinaus – kaum Widerstand entgegengesetzt.

Im Vergleich zur Mogiljower Oblast, in der Umweltqualität und Umweltprobleme weniger verschärft und kontrastreich auftreten, können für die stark belastete Gomeler Oblast zusammenfassend folgende Feststellungen getroffen werden: Durch die Reaktorkatastrophe wurde dort ein Gebiet verseucht, das sowohl ökologisch gut bis sehr gut ausgestattet als auch von teilweise erheblichen Umweltbelastungen gekennzeichnet war und ist. Weitere negative Folgewirkungen bezüglich der horizontalen und vertikalen radioaktiven Stoffmigration (Erosion, Grundwassergefährdung, Waldbrände mit radioaktiven Emissionen), begünstigt durch regionale naturräumliche Gegebenheiten, können sich einstellen bzw. treten bereits auf und werden durch wirtschaftliche Nutzung in den verseuchten Gebieten verstärkt.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Auswirkungen der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl trafen Weißrußland in besonders großem Ausmaß. Nahezu ein Viertel der Landesfläche gilt als radioaktiv verseucht. Schätzungen japanischer Experten zufolge belaufen sich die durch Tschernobyl in Weißrußland verursachten Schäden und Verluste auf ca. 171 Mrd. Dollar. Dies entspricht etwa der Größenordnung von 60 Jahresetats der Republik Weißrußland und bedeutet eine schwere wirtschaftliche, soziale und ökologische Last für das Land; zusätzlich zu den Belastungen, die im Zuge des Transformationsprozesses generell in den osteuropäischen Ländern zu bewältigen sind. Die sich langfristig kaum verändernde radioaktive Kontamination der Böden ist das gravierendste Problem hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Nutzbarkeit und sonstiger Funktionen (Habitat für Pflanzen und Tiere, Filterkörper für Grundwasser u. a.). Zudem ist sie eine ständige Quelle für den sekundären radioaktiven Stofftransfer aus den Böden in die übrigen Umweltmedien und die Nahrungskette.

Die radioaktive Belastung in der Atmosphäre und den Gewässern, teilweise auch in der Flora und Fauna, hat sich seit 1986 stark verringert. Sie erfährt jedoch saisonal verschieden stark ausgeprägte

Steigerungen aufgrund sekundärer Stoffmigration aus dem Boden oder der bodennahen Vegetationsschicht und führt so zum Transport der Radionuklide auch über das primär verseuchte Gebiet hinaus.

Betroffen von der Katastrophe sind Naturräume, die im Landesmaßstab einerseits mit guten bis sehr guten ökologischen Qualitäten und Potentialen ausgestattet sind, deren Nutzbarkeit nun eingeschränkt ist. Andererseits waren sie z. T. durch erhebliche Umweltbelastungen bereits vor 1986 gekennzeichnet, was die Problemlage wesentlich verschärft.

In den letzten Jahren sind in Weißrußland – aber auch in der Ukraine und Rußland – zunehmend Tendenzen erkennbar, die, bedingt auch durch die Wirtschaftslage, auf eine Revision der beschlossenen politischen Leitlinien und sicherheitsorientierten Restriktionen für den Aufenthalt und die wirtschaftliche Nutzung in den radioaktiv belasteten Regionen hinauslaufen.

Neben der gesundheitlichen Gefährdung der betroffenen Menschen, induziert eine Wiedernutzung relativ stark radioaktiv belasteter Gebiete allerdings die Gefahr einer verstärkten Freisetzung der räumlichen sowie kreislaufgebundenen Migration der Radionuklide.

Ungeachtet einer vertretbaren, kontrollierten Wiederbelebung der Landnutzung in weniger stark belasteten Gebieten sollte die Alternative vor allem aber darin gesucht werden, zukunftsorientiert naturräumliche Potentiale in anderen, unbelasteten Regionen zu erschließen, z. B. im Nordteil des Landes (Oblast Witebsk), eingebunden in eine langfristige Regionalpolitik unter Berücksichtigung künftiger wirtschaftlicher Anforderungen und der prognostizierbaren demographischen Entwicklung in Weißrußland.

Literatur:

- Atlas belorusskoj SSR (Atlas Belorußlands) (1990): Glavnoje upravlenie geodesii i kartografii pri soviete ministrov SSR. Moskva.
- Čirvonaja kniga respubliki belarus (Rote Liste der Republik Belarus) (1993): Akadzemija nawuk Belarusi. Minsk.
- Doklad o rabote Belsoes (1992-1994). Arbeitsbericht der Weißrussischen Sozioökologischen Union (Kurzbericht). Minsk 1995.
- European Commission. Belarus, the Russian, Federation, Ukraine. Behaviour of

radionuclides in natural and seminatural environments. Rome, Moscow 1996.

Gosudarstvenny doklad o sostojanie prirody w respublike Belarus (Umweltbericht der Republik Belarus) (1995): Ministerstvo prirodných resursov respublik Belarus. Minsk.

MOLTMANN, B., et al. (1994): Die Folgen von Tschernobyl. Arnoldshainer Texte-Band 83. Haag-Herchen Verlag. Frankfurt a. M.

Prirodnaja sreda v respublike Belarus (Umwelt in der Republik Belarus) (1992): Gosudarstvenny komitet respublik Belarus po ekologii. Minsk 1992.

RUDENKO, L., et al. (1993): Das Kernkraft-

werksunglück von Tschernobyl. In: Europa Regional, H. 1., S. 31-37.

SAHM, A. (1994): Setzt Belarus auf Atomenergie? In: Moltmann: Die Folgen von Tschernobyl. Arnoldshainer Texte-Band 23. Haag-Herchen Verlag. Frankfurt a. M..

The chernobyl trace in Belarus. Central board of hydrometeorology and the ministry of foreign affairs of the republic of Belarus. Minsk 1992.

Unterlagen der Geographischen Fakultät der Universität Minsk (1995). Laboratorium für Landschaftsökologie.

Zakon o pravovom režime territorii Belaru-

si, podvergšichsja radioaktivnomu zagrjaznieniu v rezultate avarii na Černobylskoj atomnoj stancii (Gesetz zur Rechtslage in den durch die Havarie im Atomkraftwerk Tschernobyl radioaktiv verseuchten Gebieten Weißrußlands). Oberster Sowjet der Republik Belarus, 12.10.1991.

Autor:
Dr. ARNO HARTUNG,
Institut für Länderkunde,
Schongauerstr. 9,
D-04329 Leipzig.

Buchbesprechung

KLAUS SCHLEICHER (Hrsg.): **Umweltbewußtsein und Umweltbildung in der Europäischen Union**. Verlag Dr. R. Krämer, Hamburg 1995. 412 S., mit Abb. u. Tabellen. ISBN 3-926952-89-X

Der Herausgeber hat mit dem erschienenen Band ein vergleichsweise umfangreiches und theoretisch anspruchsvolles Werk zu dieser speziellen und sicherlich schwierig zu fassenden Thematik vorgelegt.

Gegenüber dem – trotz verschiedener Unzulänglichkeiten und aktueller Probleme – wirtschaftlichen und politischen Integrationsvorlauf in der Europäischen Union (EU), ist die umweltpolitische Integration relativ gering entwickelt und weist erheblichen Nachholebedarf auf. Dies um so mehr, da Umweltbelastung und daraus resultierende Umweltprobleme z. T. grenzübergreifend sind, andererseits ihre Beherrschung bzw. Minimierung durch ungleiche Umweltgesetzgebung und -standards in den EU-Mitgliedsländern oft erschwert wird.

Mit dem vorgelegten Band wird nun der Versuch unternommen ein Themenfeld aufzugreifen und zu diskutieren, das seit Jahren an Konturen und Bedeutung gewonnen hat und zunehmend ins Blickfeld der Öffentlichkeit gerückt ist. Die thematische Fokussierung auf die Bereiche Umweltbewußtsein und Umweltbildung trägt der Tatsache Rechnung, daß eine wichtige Grundlage für eine tragfähige und nachhaltige Umweltentwicklung in der Europäischen Union (Ziel des Maastrichter Vertrages: Förderung eines „umweltver-

träglichen Wachstums“) die Herausbildung eines europäischen Umweltbewußtseins eine wichtige Grundlage ist. Als eine der wesentlichen Voraussetzungen dafür wiederum wird die Umweltbildung angesehen, die zur Entwicklung entsprechender Grundüberzeugungen und -einstellungen beitragen und daraus resultierenden, angestrebten Handlungsmustern führen kann.

Um Ansatzpunkte im Bemühen um eine europäische Umweltbildung bestimmen zu können, wird zunächst eine Kennzeichnung der regionalen und nationalen Unterschiede bezüglich der jeweiligen Bildungskonzeptionen und Bürgereinstellungen vorgenommen.

Insgesamt ist das inhaltliche Spektrum dabei sehr breit gefächert, d. h. Umweltbewußtsein und -bildung sind in verschiedensten Kontexten (rechtlich, wirtschaftlich, national, grenzübergreifend usw.) untersucht und dargestellt; wobei Experten aus den Mitgliedsländern der EU in Einzelbeiträgen (insgesamt 16) zu Wort kommen und nach Lösungen suchen, wie nationales Umweltbewußtsein europäisch erweitert bzw. eine europäische Umweltbildung als bildungspolitische und pädagogische Zukunftsaufgabe der Nationen realisiert werden kann.

Diese einzelnen Beiträge sind in sieben Kapiteln zusammengefaßt, die selbst in generalisierter Form noch die verschiedensten Facetten des Problems widerspiegeln:

- Kap. I: Rechtlicher und wirtschaftlicher Kontext europäischer Umweltbildung
- Kap. II: Europäische Umweltpolitik und

öffentliche Meinung

- Kap. III: Willensbildung in europäischen Institutionen
- Kap. IV: Transnationale Umweltprojekte
- Kap. V: Nationales Umweltverständnis im Vergleich
- Kap. VI: Strukturelle Elemente europäischen Umweltlernens
- Kap. VII: Aufgaben einer politischen und öffentlichen Umweltbildung

Wünschenswert wäre neben der anspruchsvollen theoretischen Fundierung insgesamt eine etwas umfangreichere (wenn auch schwierig realisierbare) statistische Untersezung der Einzelbeiträge und deren (länder-)vergleichende und wertende Zusammenfassung; insbesondere dort, wo dies möglich und angebracht erscheint (u. a. Kap. V). Im Rahmen ähnlicher Arbeiten für den Raum Mittel- und Osteuropa wurde solches versucht, unter oft schwierigeren Erhebungsbedingungen als im EU-Bereich.

Das Verdienst des Buches besteht vor allem darin, sich dieser nicht einfachen und zugleich aktuellen Problematik gestellt, sie unter verschiedensten Blickwinkeln dargestellt zu haben und daraus ableitend insbesondere im Schlußkapitel und im Nachwort sehr prononciert Schlußfolgerungen und Zukunftsaufgaben bezüglich der Notwendigkeit eines gravierenden *Bewußtseins- und Wertewandels* in der Gesellschaft und dessen Beförderung und Begleitung durch den *Bildungs- und Wissenschaftsbetrieb* herauszustellen.

ARNO HARTUNG